

NAMA :

KELAS :

## E-Lembar Kerja Peserta Didik

PERTEMUAN 1 DAN 2

PROBLEM BASED-LEARNING  
TERINTEGRASI MULTIREPRESENTASI

# KESETIMBANGAN KIMIA

KELAS XI FASE F





# KESETIMBANGAN KIMIA

E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi



## PETUNJUK E-LKPD PESERTA DIDIK

### Petunjuk Penggunaan E-LKPD untuk Peserta Didik

1. Berdoalah sebelum memulai pembelajaran dan bacalah tujuan pembelajaran yang tertera pada E-LKPD agar kamu memahami kompetensi yang akan dicapai.
2. Akses E-LKPD melalui tautan Liveworksheets yang diberikan oleh guru menggunakan perangkat masing-masing.
3. Bacalah permasalahan kontekstual yang disajikan dengan cermat sebagai tahap awal pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning).
4. Amati fenomena yang disajikan pada level makroskopis (fenomena nyata), kemudian identifikasi permasalahan yang harus diselesaikan.
5. Lakukan analisis dengan menghubungkan tiga level representasi, yaitu makroskopis (fenomena yang diamati), mikroskopis (perilaku dan energi partikel), simbolik (persamaan reaksi dan perhitungan kesetimbangan).
6. Kerjakan seluruh pertanyaan dan tugas yang tersedia secara individu, namun kamu diperbolehkan berdiskusi dengan teman dalam kelompok untuk memperdalam pemahaman.
7. Tuliskan jawaban dengan bahasa yang jelas, runtut, dan sesuai dengan konsep kesetimbangan kimia.
8. Setelah selesai, periksa kembali jawabanmu sebelum mengirimkan hasil pekerjaan melalui Liveworksheets.
9. Ikuti diskusi dan refleksi pembelajaran yang dipandu oleh guru untuk memperkuat pemahaman konsep.



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## TUJUAN PEMBELAJARAN

### Pertemuan 1 dan 2: Konsep Keseimbangan Kimia

1. Peserta didik (A) mampu menjelaskan konsep reaksi kesetimbangan reversibel dan irreversibel (B) melalui kegiatan eksplorasi bahan ajar, pengamatan contoh fenomena yang disajikan dan diskusi kelompok (C) secara runtut dan logis (D).
2. Peserta didik (A) mampu menjelaskan perbedaan kesetimbangan dinamis yaitu kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen (B) melalui pengamatan contoh reaksi dan eksplorasi bahan ajar (C) dengan tepat (D).

### Pertemuan 3, 4, dan 5: Tetapan Keseimbangan dan Penerapannya dalam Perhitungan

1. Peserta didik (A) dapat menyajikan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi ( $K_c$ ) dan penerapannya dalam perhitungan (B) melalui contoh peristiwa yang melibatkan reaksi kimia (C) dengan benar dan tepat (D).
2. Peserta didik (A) dapat menyajikan nilai tetapan kesetimbangan tekanan parsial ( $K_p$ ) dan penerapannya dalam perhitungan (B) melalui contoh peristiwa yang melibatkan reaksi kimia (C) dengan benar dan tepat (D).
3. Peserta didik (A) mampu menentukan hubungan  $K_c$  dan  $K_p$  (B) melalui penurunan rumus yang telah disajikan dan diskusi kelompok (C) dengan benar dan akurat (D).
4. Peserta didik (A) mampu menentukan nilai derajat disosiasi (B) melalui analisis persamaan reaksi yang mengalami disosiasi sempurna, sebagian, dan tidak terdisosiasi melalui kegiatan diskusi kelompok (C) dengan tepat (D).

### Pertemuan 6 dan 7: Pergeseran Keseimbangan

1. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan benar (D).
2. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan tepat (D).
3. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan tekanan (P) terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan tepat (D).



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## TUJUAN PEMBELAJARAN

### Pertemuan 6 dan 7: Pergeseran Kesetimbangan

1. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan benar (D).
2. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan tepat (D).
3. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan tekanan (P) terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan tepat (D).
4. Peserta didik (A) mampu menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan kimia (B) melalui analisis persamaan reaksi kimia yang disajikan (C) dengan tepat (D).

### Pertemuan 8: Kesetimbangan Kimia dalam Dunia Industri

1. Peserta didik (A) mampu menganalisis penerapan prinsip kesetimbangan kimia pada proses pembuatan amonia melalui kajian reaksi Haber–Bosch dan pengaruh perubahan suhu, tekanan, serta konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan (B) melalui diskusi kelompok dan studi kasus industri (C) dengan tepat (D).
2. Peserta didik (A) mampu menganalisis penerapan prinsip kesetimbangan kimia pada proses pembuatan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) melalui proses kontak dan pengaruh perubahan suhu, tekanan, serta konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan (B) melalui diskusi kelompok dan studi kasus industri (C) dengan tepat (D).

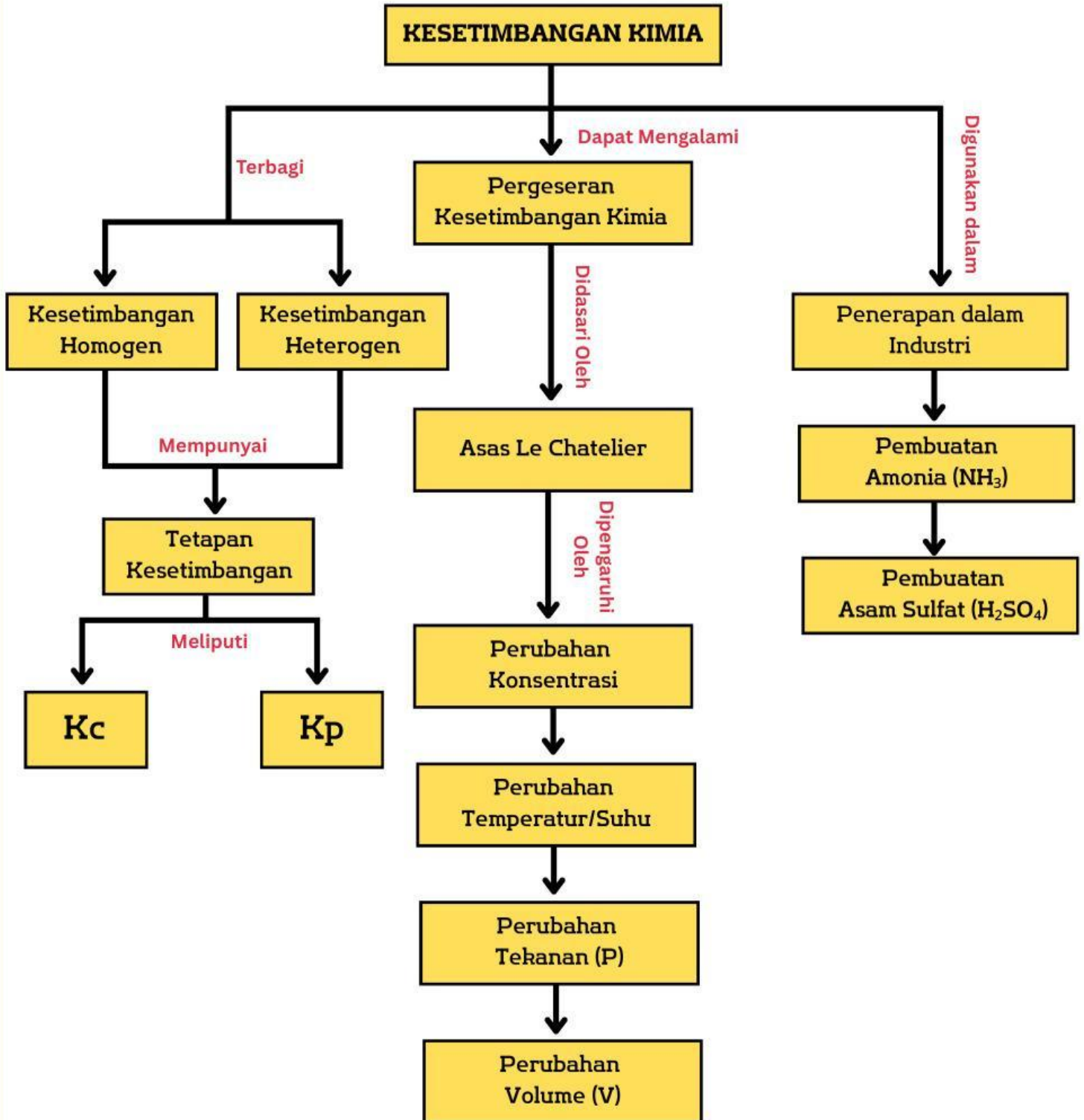


# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## PETA KONSEP



## Aktivitas Peserta Didik 1 dan 2

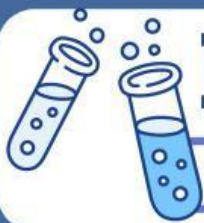
- Peserta didik (A) mampu menjelaskan konsep reaksi kesetimbangan reversibel dan irreversibel (B) melalui kegiatan eksplorasi bahan ajar, pengamatan contoh fenomena yang disajikan dan diskusi kelompok (C) secara runtut dan logis (D).
- Peserta didik (A) mampu menjelaskan perbedaan kesetimbangan dinamis yaitu kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen (B) melalui pengamatan contoh reaksi dan eksplorasi bahan ajar (C) dengan tepat (E)

### PROBLEM BASED-LEARNING

### TERINTEGRASI MULTIREPRESENTASI

# KESETIMBANGAN KIMIA





# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## ORIENTASI PESERTA DIDIK TERHADAP MASALAH



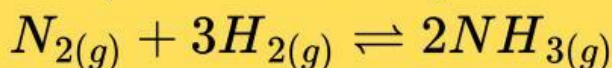
Bagaimana cara mengatur proses pembuatan amonia agar diperoleh hasil amonia sebanyak mungkin dengan memanfaatkan konsep kesetimbangan kimia?



Indonesia merupakan negara agraris yang sangat bergantung pada pupuk untuk menjaga produktivitas pertanian. Saat ini, **kapasitas produksi pupuk nasional** mencapai **14,65 juta ton** per tahun. Dari jumlah tersebut, pupuk berbahan dasar **amonia seperti urea** mendominasi dengan kapasitas sekitar 9,36 juta ton per tahun.

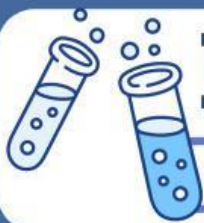
Di sisi lain, **kebutuhan pupuk nasional** berdasarkan usulan petani diperkirakan mencapai **23–25 juta ton** per tahun. Namun, pemerintah menetapkan alokasi subsidi sekitar **9,5 juta ton** per tahun sesuai kemampuan anggaran negara. Kondisi ini menunjukkan bahwa kebutuhan pupuk di Indonesia masih sangat besar dan harus didukung oleh produksi bahan baku pupuk yang optimal, terutama **amonia (NH<sub>3</sub>)**.

Amonia diproduksi di industri melalui proses Haber-Bosch dengan reaksi:



Sebagai seorang teknisi muda di pabrik amonia, Anda dituntut untuk mendapat bisa meningkatkan hasil produksi amonia agar kebutuhan pupuk nasional dapat terpenuhi. Namun, produksi amonia tidak bisa dilakukan sembarangan karena reaksi tersebut merupakan reaksi kesetimbangan, sehingga hasil amonia dipengaruhi oleh berbagai kondisi proses.

Jika suhu terlalu tinggi, tekanan kurang optimal, atau konsentrasi pereaksi tidak tepat, maka jumlah amonia yang dihasilkan menjadi sedikit. Akibatnya, produksi pupuk menurun dan kebutuhan pertanian sulit terpenuhi.



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## ORIENTASI PESERTA DIDIK TERHADAP MASALAH

Ayo coba cari tahu!!!



ARTIKEL

### ASAM SULFAT DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI: APAKAH KITA MENGGUNAKANNYA TANPA SADAR?

[suryamakmurlestari.com](http://suryamakmurlestari.com)



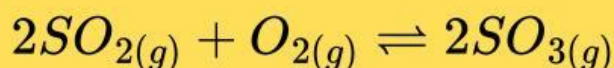
Ayo coba cari tahu!!!



Indonesia merupakan negara dengan sektor industri dan pertanian yang terus berkembang. Salah satu bahan kimia penting yang sangat dibutuhkan dalam berbagai industri tersebut adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Secara global, lebih dari 50% asam sulfat digunakan dalam industri pupuk, sehingga keberadaannya sangat berpengaruh terhadap produktivitas pertanian.

Selain itu, asam sulfat juga digunakan secara luas dalam industri kimia, baterai, dan pengolahan logam. Bahkan, produksi asam sulfat sering digunakan sebagai indikator kemajuan industri suatu negara.

Namun, dalam proses produksinya, efisiensi pembentukan asam sulfat masih menjadi tantangan karena melibatkan reaksi kesetimbangan:



Jika kondisi reaksi tidak optimal, maka jumlah  $SO_3$  yang dihasilkan menjadi sedikit sehingga produksi asam sulfat tidak maksimal. Hal ini dapat berdampak pada berbagai sektor industri dan pertanian.

Sebagai seorang teknisi industri kimia, diperlukan strategi untuk menentukan kondisi reaksi yang paling optimal agar produksi asam sulfat dapat ditingkatkan.



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## MENGORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

### PRODUK AKHIR

#### “Strategi Memaksimalkan Produksi Amonia untuk Memenuhi Kebutuhan Pupuk Indonesia”

Setelah mempelajari seluruh bab kesetimbangan kimia, buatlah PPT secara berkelompok dengan judul diatas, dimana didalamnya memuat isi:

1. **Analisis Masalah**

2. **Analisis Reaksi Kesetimbangan**

- Tuliskan reaksi pembentukan amonia dan nilai entalpi pembentukannya
- Jelaskan: Jenis reaksi (eksoterm/eksoterm) dan Jumlah mol gas (sisi kanan dan sisi kiri)

3. **Pengaruh Faktor Kesetimbangan** (analisis secara teoritis bagaimana cara menghasilkan  $\text{NH}_3$  lebih banyak dihasilkan)

- Konsentrasi
- Suhu
- Tekanan dan Volume

4. **Penjelasan Proses Industri (Haber-Bosch)**

- Sertakan gambar proses produksi amonia dan jelaskan langkah-langkahnya

5. **Kondisi Optimum Produksi Amonia**

- Berdasarkan analisis proses produksi, sebutkan kondisi optimum pembentukan amonium skala industri baik dari kondisi suhu, tekanan, dll.

6. **Solusi yang Diusulkan**

- Rancang strategi dalam meningkatkan produksi amonia



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

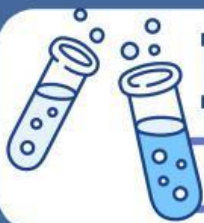
## MENGORGANISASI PESERTA DIDIK UNTUK BELAJAR

### PRODUK AKHIR

#### **“Strategi Memaksimalkan Produksi Asam Sulfat untuk Mendukung Kebutuhan Asam Sulfat di Indonesia”**

Setelah mempelajari seluruh bab kesetimbangan kimia, buatlah PPT secara berkelompok dengan judul diatas, dimana didalamnya memuat isi:

1. Analisis Kebutuhan Asam Sulfat
  - Jelaskan Penggunaan asam sulfat dalam kehidupan sehari-hari
2. **Analisis Reaksi Kesetimbangan**
  - Tuliskan reaksi kesetimbangannya dan nilai entalpinya
  - Jelaskan: Jenis reaksi (eksoterm/eksoterm) dan Jumlah mol gas (sisi kanan dan sisi kiri)
3. **Pengaruh Faktor Kesetimbangan** (analisis secara teoritis bagaimana cara menghasilkan  $\text{SO}_3$  lebih banyak dihasilkan)
  - Konsentrasi
  - Suhu
  - Tekanan dan Volume
4. **Penjelasan Proses Produksi Asam Sulfat**
  - Sertakan gambar proses produksi asam sulfat dan jelaskan langkah-langkahnya
  - Jelaskan proses produksi asam sulfat melalui Proses Kontak, dengan: tahapan proses (pembentukan  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ )
5. **Kondisi Optimum Produksi Amonia**
  - Berdasarkan analisis proses produksi, sebutkan kondisi optimum pembentukan asam sulfat skala industri baik dari kondisi suhu, tekanan, dll.
6. **Solusi yang Diusulkan**
  - Rancang strategi dalam meningkatkan produksi asam sulfat



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## MEMBIMBING PENYELIDIKAN KELOMPOK



Video 1  
Reaksi Pembakaran Magnesium

1. Video disamping menunjukkan video reaksi pembakaran pita magnesium, ketika diamati reaksi pembakaran akan berhenti ketika pita magnesium sudah habis lalu menyisakan serbuk putih  $MgO$ . Apakah menurut anda pita magnesium yang sudah menjadi serbuk bisa kembali diubah menjadi pita magnesium seperti semula?

Jawab dibawah ini!

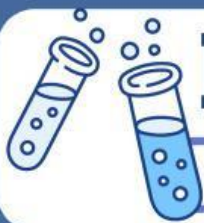


Video 2  
Reaksi Pemanasan Air

2. Video di samping menunjukkan proses pemanasan air di dalam wadah tertutup. Ketika diamati, air dipanaskan dalam waktu tertentu, namun jumlah air di dalam wadah tidak habis meskipun terus dipanaskan. Air yang terlihat menguap dapat kembali menjadi air di dalam wadah. Menurut pendapat Anda, mengapa air dalam wadah tertutup tidak habis meskipun dipanaskan?

Jawab dibawah ini!

**Ayo simak video disamping untuk menambah pemahaman kalian mengenai reaksi kesetimbangan!!!**



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## MEMBIMBING PENYELIDIKAN KELOMPOK

**AYO BERDISKUSI BERSAMA TEMAN UNTUK MENJAWAB PERTANYAAN DIBAWAH INI!!!**

3. Berdasarkan kedua peristiwa diatas, sekarang coba cocokan peristiwa yang terjadi dengan jenis rekasinya dalam reaksi kimia!



4. Berdasarkan pengamatan dan diskusi bersama teman-temanmu, maka dapat disimpulkan reaksi kesetimbangan kimia termasuk reaksi reversibel atau irreversibel? Jelaskan alasannya!

Jawab dibawah ini!

5. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap video dan diskusi kelompok, tuliskan kesimpulan perbedaan dari reaksi reversible dan reaksi irreversible, sesuai dengan pemahamanmu!

Jawab dibawah ini!

Pada keadaan setimbang, reaksi akan berlangsung ke kedua arah dengan kecepatan yang sama atau sering disebut dengan **kesetimbangan kimia**, dan pada keadaan ini konsentrasi zat-zat tidak lagi berubah. Ditinjau dari fasa zat yang bereaksi, reaksi kesetimbangan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

Dibagi menjadi 2 yaitu:

6. Tuliskan definisinya!

7. Tuliskan definisinya!



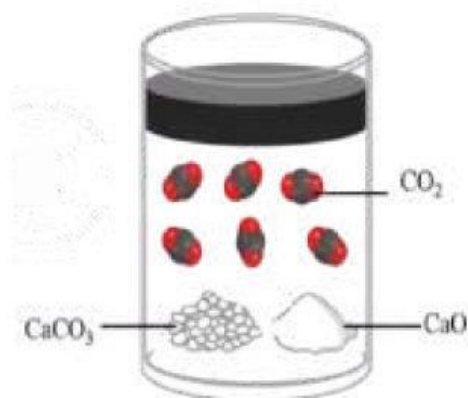
# KESETIMBANGAN KIMIA



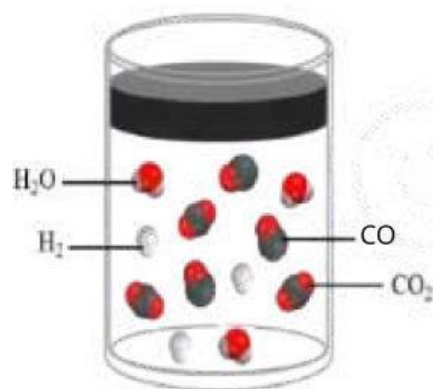
E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## MEMBIMBING PENYELIDIKAN KELOMPOK

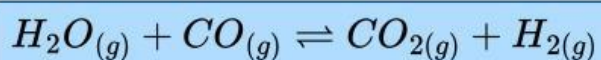
**PERHATIKAN GAMBAR  
DIBAWAH INI!**



Gambar (a)



Gambar (b)



**Jawablah soal-soal dibawah ini agar kalian lebih paham dan mengerti terkait materi kesetimbangan kimia!!!**

8. Perhatikan gambar (a) dan (b), pasangkan molekul-molekul dengan wujud masing-masing zat yang bereaksi pada dua reaksi diatas!

**Jawaban:**

Reaksi gambar (a)

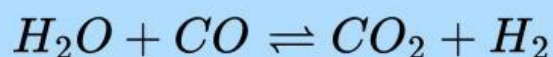


$CaCO_3$

$CaO$

$CO_2$

Reaksi gambar (b)



$H_2O$

$CO$

$CO_2$

$H_2$



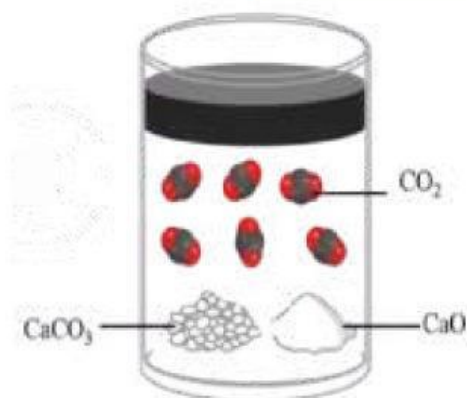
# KESETIMBANGAN KIMIA



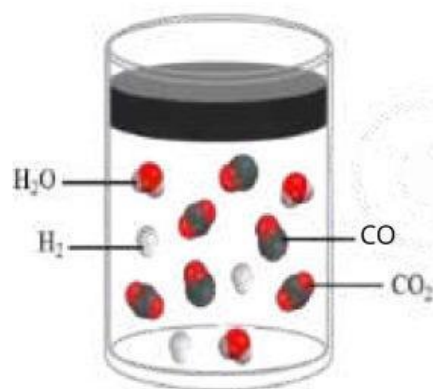
E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## MEMBIMBING PENYELIDIKAN KELOMPOK

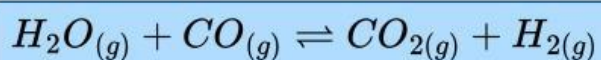
**PERHATIKAN GAMBAR  
DIBAWAH INI!**



Gambar (a)



Gambar (b)



**Jawablah soal-soal dibawah ini agar kalian lebih paham dan mengerti terkait materi kesetimbangan kimia!!!**

9. Berdasarkan fase-fase zat yang ditunjukkan pada gambar di atas, tentukan gambar manakah yang menunjukkan reaksi kesetimbangan homogen dan gambar manakah yang menunjukkan reaksi kesetimbangan heterogen dan jelaskan alasannya!

Jawab dibawah ini!



# KESETIMBANGAN KIMIA



E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Multirepresentasi

## MEMBIMBING PENYELIDIKAN KELOMPOK

Berikut ini adalah beberapa reaksi kesetimbangan. Tentukan reaksi yang termasuk kesetimbangan homogen dan reaksi yang termasuk kesetimbangan heterogen!

Reaksi Kesetimbangan	Kesetimbangan Homogen atau Kesetimbangan Heterogen
$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$	
$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	
$Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)} \rightleftharpoons 3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)}$	
$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$	
$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	
$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$	
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	
$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{(aq)}$	
$CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$	
$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$	